

Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einer ersten und einer zweiten Antriebs-Energiequelle

Patent number: DE19628877
Publication date: 1998-01-22
Inventor: FISCHER GREGOR (DE); BIDLINGMAIER MICHAEL (DE)
Applicant: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE)
Classification:
- **international:** B60K6/04; B60L11/00; B60K41/00; B60T1/10
- **european:** B60K6/04B6; B60K6/04D4; B60K6/04D6; B60K6/04F; B60L11/18M; B60T1/10
Application number: DE19961028877; 19960717
Priority number(s): DE19961028877; 19960717

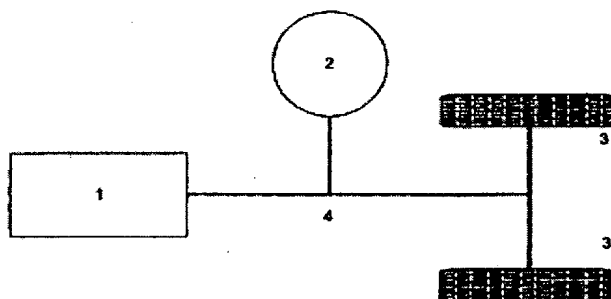
Also published as:

WO9803364 (A1)
EP0912358 (A1)
EP0912358 (B1)

[Report a data error here](#)

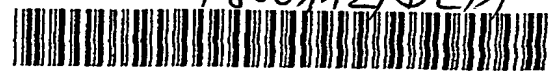
Abstract of DE19628877

The invention concerns a method of operating a vehicle with a first drive energy source (1) and a second drive energy source (2), from which sources at least one drive unit is supplied, at least some of the energy released when the vehicle is braked being stored in the energy source(s). According to the invention, during travel at a constant speed and on a flat roadway, only the first energy store (1) is active, the second energy store (2) being activated under the other operating conditions.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

P800112/DE11



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 28 877 A 1**

⑤1 Int. Cl. 6:
B 60 K 6/04
B 60 L 11/00
B 60 K 41/00
B 60 T 1/10

②1 Aktenzeichen: 196 28 877.0
②2 Anmeldetag: 17. 7. 96
④3 Offenlegungstag: 22. 1. 98

IPM/T	
01. Aug. 2003	
z. Kenntnis	
Ablage <input type="checkbox"/>	Akte <input type="checkbox"/>
Frist	

DE 196 28 877 A 1

⑦1 Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München, DE

⑦2 Erfinder:
Fischer, Gregor, 85609 Aschheim, DE; Bidlingmaier,
Michael, 80637 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 44 22 636 A1
DE 43 41 817 A1
DE 43 31 569 A1
DE 41 16 899 A1
DE 40 00 678 A1
DE 39 35 304 A1
DE 35 38 547 A1
DE 33 08 477 A1
DE 25 19 048 A1
DE 24 51 021 A2
US 52 14 358

WITTMER, Christian, u.a.: Optimierte Fahrstrategien
eines Hybridfahrzeugs mit schwerer Schwungmasse
- der Taktbetrieb als Beispiel. In: at
Automatisierungstechnik 44, 1996, 7, S. 331-344;

⑤4 Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einer ersten und einer zweiten Antriebs-Energiequelle

⑤7 Bei einem Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit
einer ersten und einer zweiten Antriebs-Energiequelle, aus
denen mindestens ein Antriebsaggregat gespeist wird, und
bei dem die beim Abbremsen des Fahrzeugs freiwerdende
Energie zumindest teilweise in der (den) Energiequelle(n)
gespeichert wird, ist bei einer Fahrt mit konstanter Ge-
schwindigkeit bei ebener Fahrbahn nur der erste Energie-
speicher wirksam, und der zweite Energiespeicher wird bei
den sonstigen Betriebsfällen aktiviert.

DE 196 28 877 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Beschreibung

Fahrzeuge sind mit einem Energiespeicher und einem Wandler ausgerüstet, die den aktuellen Energiebedarf für die jeweiligen Fahrzustände bereitstellen.

Der Bedarf, der sich aus der Fahrleistung ergibt, ist zeitlich stark schwankend. Besonders während Beschleunigungsphasen treten sehr hohe Leistungsspitzen auf.

Um dem Nutzer die gewünschten Fahrleistungen zur Verfügung zu stellen, müssen die Komponenten entsprechend dieser Spitzenleistungen ausgelegt werden.

Insbesondere bei Fahrzeugen mit ausschließlichem oder zusätzlichem Elektroantrieb führt dies zu erheblichen Schwierigkeiten bei der Bemessung der Batterien als Energiequelle. Bei konventionellen Fahrzeugen hängt von der Größe des Kraftstofftanks nur die Kapazität ab; sie hat keinen Einfluß auf die Leistung. Bei Batterien hängt die Leistung zusätzlich von der Größe und dem Ladezustand der Batterie ab. Will man Bremsenergie rückgewinnen, tritt dieser Effekt verstärkt auf, da bei einer Bremsung erheblich höhere Leistungen auftreten können. Legt man die Batterie auf die nur kurzfristig erforderlichen Spitzenleistungen aus, so werden diese insbesondere bei Hybridfahrzeugen unverhältnismäßig groß, schwer und teuer. Aus diesem Grunde werden Hochleistungsspeicher als Energiequelle für Fahrzeuganwendungen eingesetzt.

In Fig. 1 ist beispielhaft der Energiefluß eines solchen System dargestellt. Ein Speicher mit einem Wandler (1) versorgt über einen Energiepfad (4) die Antriebsräder (3) eines Fahrzeugs. Zusätzlich ist ein Hochleistungs-Energiespeicher mit einem geeigneten Wandler (2) im System vorhanden. Der Hochleistungsspeicher dient dabei in erster Linie dazu, die zusätzliche Leistung aufzubringen, die notwendig ist, das Fahrzeug von einer niedrigen Anfangsgeschwindigkeit auf eine höhere Endgeschwindigkeit zu beschleunigen. Als Hochleistungsspeicher dienen Systeme, die in der Lage sind, hohe Leistungen kurzzeitig abzugeben, jedoch einen begrenzten Speicherinhalt haben. Bekannt sind insbesondere bei elektrischen Systemen Supercapacitors und Kreiselspeicher. Aber auch mechanische Systeme (z. B. Federspeicher) oder hydraulische Systeme (z. B. Druckspeicher) sind bekannt.

Ohne eine besondere Betriebsstrategie ergeben sich bei extremen Fahrprofilen Schwierigkeiten mit dem Verhalten des Fahrzeugs. Besonders kritisch ist der Fall, wenn ein Fahrer das Fahrzeug erst maximal beschleunigt danach wieder sehr stark abbremst und dieser Vorgang sich wiederholt. Dieser Vorgang kann bei Beschleunigungsvorgängen in dichtem Verkehr durchaus vorkommen. Die dabei ablaufenden Vorgänge sind in Fig. 2 idealisiert und vereinfacht dargestellt. Der Hochleistungs-Energiespeicher gibt permanent eine maximale Leistung P_1 ab, dieser Vorgang läuft über die Zeit t_1 . Die Fläche (W_1) stellt die entnommene Energie dar. Diese ist hier angenommen gleich dem gesamten Energieinhalt des Energiespeichers. Gleichzeitig erhöht sich die Geschwindigkeit v des Fahrzeugs auf die Endgeschwindigkeit v_1 . Bei einem anschließenden Bremsvorgang während der Zeit t_2 wird die Fahrzeuggeschwindigkeit wieder stark reduziert. Die Bremsleistungen sind in der Regel um ein mehrfaches höher, die maximale Leistung des Hochleistungsspeichers und der Antriebsmotoren sind jedoch begrenzt. Aus diesem Grund ist die Leistung P_1 , mit der die Bremsenergie wieder in den Speicher geladen werden kann, gleich groß wie bei der Beschleunigung. Die Verzögerungszeit t_2 ist jedoch wesentlich kürzer als die Beschleunigungszeit t_1 . Aus diesem Grund kann nur eine wesentlich geringere Energiemenge, die der Fläche (W_2) entspricht, wieder in den Speicher geladen werden. Für eine weitere Beschleunigung steht somit lediglich die Energiemenge (W_3) zur Verfügung, die gleich groß ist, wie die während des Bremsvorgangs gespeicherte Energiemenge (W_2). Mit dieser Energiemenge (W_3) kann die ursprüngliche Endgeschwindigkeit v_1 nicht mehr erreicht werden. Der Beschleunigungsvorgang wird also mangels Energiereserve abgebrochen. Durch eine Vergrößerung des Energiespeichers läßt sich das Eintreten dieses Effekts verzögern, er tritt dann, je nach Speichergröße, erst bei einem der weiteren Beschleunigungs- Verzögerungszyklen auf, verhindern läßt er sich jedoch nicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, das sich durch ein besonders effizientes Energie-Management auszeichnet.

Die Erfindung löst diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

Die erfindungsgemäße Lösung ist anhand von Fig. 3 beschrieben. Es wird aus einer Grund-Energiequelle, z. B. einer Batterie, eine konstante Leistung (P_k) entnommen. Diese reicht aus, das Fahrzeug mit konstanter Geschwindigkeit bei ebener Fahrbahn zu betreiben.

Die für den Beschleunigungsanteil erforderliche Leistung (P_s) wird dem Hochleistungs-Energiespeicher als zweiter Energiequelle entnommen. Entsprechend Fig. 2 wird auch hier während der Zeit t_1 eine Beschleunigung ausgeführt und dem Grund-Energiespeicher eine Energiemenge ($W_{1.1}$) entnommen. Gleichzeitig wird aus dem Hochleistungsenergiespeicher die vorhandene gesamte Energiemenge ($W_{1.2}$) entnommen. Während der Verzögerungszeit t_2 wird wiederum mit der Leistung P_s eine Energiemenge ($W_{2.1}$) in den Hochleistungs-Energiespeicher zurückgespeichert, die Energiemenge ($W_{2.1}$) ist jedoch auch hier kleiner als die Energiemenge ($W_{1.1}$). Bei einer weiter sich anschließenden Beschleunigungsphase kann während der Zeit t_3 noch voll beschleunigt werden, bis die Energiemenge ($W_{3.1}$) des Hochleistungs-Energiespeichers aufgebraucht ist. Während der restlichen Beschleunigungsphase t_4 stehen dann nur noch die Grundleistung P_k zur Verfügung. Folge davon ist, daß die Beschleunigung wesentlich geringer ist als zur Zeit t_1 . Die Zeit, die notwendig ist, die Endgeschwindigkeit v_1 zu erreichen, wird größer und auch die zurückgelegte Wegstrecke wird größer. In der Praxis heißt das, daß das Beschleunigungsverhalten eines Fahrzeugs sich mit der Anzahl der Beschleunigungen und während der Beschleunigungsphasen ändert. Dennoch stellt dies bereits eine erhebliche Verbesserung zum Zustand wie unter Bild 2 dargestellt dar.

Um unabhängig von inneren Verlusten der Energiespeicher sicherzustellen, daß immer eine ausreichende Energie für eine Beschleunigung zur Verfügung steht und auch immer ausreichend Speichervolumen zur Aufnahme der Bremsenergie zur Verfügung steht, ist es vorteilhaft, den Energieinhalt des Hochleistungs-Ener-

giespeichers umgekehrt proportional zur Fahrgeschwindigkeit zu halten. Das heißt zum Beispiel, wenn bei einem Bremsvorgang nicht genügend Energie abgespeichert werden kann, der Hochleistungsspeicher aus der Batterie nachgeladen werden muß. Daraus ergibt sich, daß eine kleine variable Leistung dem Basis-Antriebssystem (1) entnommen wird, die dem Konstantfahrt-Leistungsbedarf entspricht. Die Beschleunigungsenergie wird vom Hochleistungs-Energiespeicher bereitgestellt. Die Auswirkungen auf den Beschleunigungsverlauf entspricht weitgehend dem in Fig. 3 dargestellten Verlauf.

Eine weitere Verbesserung stellt die Betriebsstrategie wie in Bild 4 dargestellt dar. Während der Zeit t1 wird wie in Bild 3 das Fahrzeug beschleunigt, während der sich anschließenden Zeit t2 wieder verzögert. Am Ende der Verzögerung befindet sich die Energiemenge W2.1 im Speicher. Bei einer weiteren Beschleunigung wird jetzt nicht die maximal mögliche Leistung P1 abgegeben, sondern lediglich die verringerte Leistung P1'. Die Leistung P1' ist so bemessen, daß eine konstante Abgabe über die Zeit t3, die notwendig ist, die Maximalgeschwindigkeit zu erreichen, möglich ist. Die Maximalgeschwindigkeit ergibt sich aus dem ersten Beschleunigungsvorgang mit maximal geladenem Hochleistungs-Energiespeicher. Damit ist es möglich, die gesamte Zeit t3 eine konstante Leistung abzugeben. Damit ist sichergestellt, daß zwar eine geringere, jedoch konstante Beschleunigungsleistung zur Verfügung steht. Damit ist der Geschwindigkeitsverlauf zwar flacher, aber kontinuierlich. Bei einer weiteren Beschleunigungsphase während der Zeit t5 ist noch die Energiemenge (W5.1) verfügbar, die der während der Verzögerungsvorgangs eingespeicherten Energiemenge (W4.1) entspricht. Weitere Zyklen laufen demnach gleichartig ab.

Bei richtiger Bemessung des Hochleistungs-Energiespeichers ist dann die von Beschleunigungsphase zu Beschleunigungsphase verringerte Beschleunigungsleistung gleich.

Der Fahrer hat somit die Möglichkeit, sich auf diesen Zustand einzustellen, wichtig dabei ist, daß kein abrupter Wechsel der Fahrzeugeigenschaften des Fahrzeugs stattfindet. Gleichzeitig ist festzustellen, daß die Wahrscheinlichkeit, daß solche Zyklen tatsächlich vorkommen, mit steigender Zyklenzahl abnehmen. Selbst bei kleinen Pausen zwischen den Zyklen, in denen das Fahrzeug nicht mit maximaler Beschleunigung oder Verzögerung betrieben wird, besteht die Möglichkeit, aus dem Basisantrieb (1) Energie in den Hochleistungs-Energiespeicher zu verlagern, also den Speicher wieder auf einen der Geschwindigkeit entsprechenden Energiezustand zu aufladen.

Beim Einsatz eines Hochleistungs-Energiespeichers kann man vorteilhafter Weise davon ausgehen, daß die im Speicher gespeicherte Energiemenge mit steigender Fahrzeuggeschwindigkeit abnimmt. Im weiteren wird davon ausgegangen, daß je nach Speicherbauart eine Offsetmenge Energie gespeichert sein muß, da der Speicher bauartbedingt im Betrieb nicht restlos entleert werden darf, sondern eine nicht nutzbare Restmenge notwendig ist. Diese Offsetmenge ist bei den weiteren Betrachtungen nicht berücksichtigt. Dieser theoretisch vereinfachte Ansatz ist aber in der Praxis nicht ausreichend, insbesondere weil

- Wirkungsgrade in der Energieübertragungsstrecke zu berücksichtigen sind
- während der Speicherung Leerlaufverluste auftreten
- die kinetische Energie als Folge von unterschiedlichen Massen des Fahrzeugs nicht proportional zur Geschwindigkeit ist
- die potentielle Energie bei Steigungsfahrten nicht berücksichtigt wird.

Um die kinetische Energie eines Fahrzeugs in einem Hochleistungs-Energiespeicher speichern zu können, muß der Nutz-Energieinhalt (E nutz) des Speicher wie folgt bemessen werden

$$E_{\text{nutz}} = \frac{0,5 \cdot \text{Fahrzeug-Masse} \cdot (\text{Geschwindigkeit})^2}{\text{Wirkungsgrad Antrieb} \cdot \text{Wirkungsgrad Speicher}}$$

Hierbei ist folgendes zu berücksichtigen:

Fahrzeugmasse: Höchstzulässiges Gesamtgewicht des Fahrzeugs
Geschwindigkeit: Maximalgeschwindigkeit, die mit Hilfe des Speichers erreicht werden soll

Bei Fahrzeugen, die mit Anhängern betrieben werden, ist die Gesamtmasse des Zuges einzusetzen, bei der Geschwindigkeit, die höchste mögliche oder zulässige Geschwindigkeit des Zuges. Bei Fahrzeugen die sowohl mit als auch ohne Anhänger betrieben werden können ist der größere der beiden Werte einzusetzen.

Die Leistungsauslegung des Hochleistungs-Energiespeichers erfolgt nach den Anforderungen der Beschleunigungsleistung. Die Leistung errechnet sich wie folgt:

Speicherleistung = Maximale Leistung die erforderlich ist, die gewünschten Beschleunigungszeiten zu erreichen minus
Leistung bei Konstantfahrt bei maximal erwünschter Geschwindigkeit.

Grundsätzlich ist es sinnvoll den Hochleistungs-Energiespeicher so zu betreiben, daß die Gesamtsumme aus kinetischer Energie des Fahrzeugs und der gespeicherten Nutzenergie konstant ist. Setzt man aber bei der Berechnung das höchstzulässige Gesamtgewicht ein, so würde der Speicher in den seltensten Fällen vollständig

ausgenutzt. Eine direkte Messung der Fahrzeugmasse im Fahrzeug ist problematisch. Deshalb wird ein indirektes Verfahren vorgeschlagen, das unter Zuhilfenahme eines Neigungssensors die Fahrzeugmasse mit hinreichender Genauigkeit ermitteln läßt. Bei Fahrten in der Ebene läßt sich bei Konstantfahrt der Leistungsbedarf mit bekannten Verfahren ermitteln und die Werte in einem Speicher im Fahrzeug hinterlegen. Aus dem Beschleunigung im Fahrzeug, die einfach ermittelt werden kann und des gemessenen Leistungsbedarf läßt sich mit bekannten Zusammenhängen die Masse ermitteln.

Beschleunigungsleistung

$$\text{Masse} = \frac{\text{Beschleunigungsleistung}}{\text{Beschleunigung} \cdot \text{Geschwindigkeit}}$$

Somit läßt sich während der Fahrt die aktuelle Masse hinreichend genau bestimmen.

Bei Fahrtbeginn ist lediglich eine Grobbestimmung der Fahrzeugmasse möglich, aber auch ausreichend. Auf das bekannte Fahrzeugleergewicht werden Festwerte für einzelne Beladungsfälle hinzugerechnet. Die Berücksichtigung der Festwerte kann aus anderen, vorliegenden Signalen abgeleitet werden. So kann der Tankinhalt gemessen und berücksichtigt werden. Pro betätigten Gurtschloß wird ein Festwert von z. B. 50 kg hinzugerechnet, wird die Steckverbindung für einen Anhänger betätigt wird eine mittlere Anhängelast angenommen. Mit diesen Verfahren läßt sich eine grobe Abschätzung der Fahrzeugmasse beim Start vornehmen. Dieser Startwert geht so lange in die Berechnung ein, bis aus Beschleunigungsmessungen aktuellere Werte gewonnen werden können. Gibt es im Fahrzeug direkte Meßwerte, z. B. aus der Fahrwerkshydraulik, können natürlich diese herangezogen werden.

Die maximale Fahrzeuggeschwindigkeit kann sowohl von Betriebszuständen wie z. B. Elektrobetrieb/Hybridbetrieb als auch von Vorgaben abhängen, wie z. B. von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bei Anhängerbetrieb bestimmt werden.

Aus der aktuell bestimmten Fahrzeugmasse und der Fahrzeuggeschwindigkeit läßt sich eine Funktion der kinetischen Energie über der Fahrgeschwindigkeit ermitteln nach der bekannten Gesetzmäßigkeit

$$E = 0,5 \cdot m \cdot v^2$$

Die Funktion wird begrenzt durch die im jeweiligen Betriebszustand mögliche und zulässige Höchstgeschwindigkeit. In Fig. 5 sind beispielhaft 2 Grenzkurven für die kinetische Energie dargestellt. Kurve K1 stellt den maximalen Beladungsfall dar, Kurve K2 den minimalen Beladungsfall. Als Grundbetriebsstrategie ist es vorteilhaft, wenn man wieder davon ausgeht, daß die Summe der kinetischen Energie im Fahrzeug und der im Hochleistungsspeicher gespeicherten Energie konstant ist. Daraus ergeben sich die ebenfalls in Bild 5 dargestellten Funktionen für den Speicherinhalt aufgetragen über der Fahrzeuggeschwindigkeit. Der Speicherinhalt, der dem Fahrzeugzustand K1 entspricht, ist in Kurve K3 aufgetragen; der Speicherinhalt, der dem Fahrzeugzustand K2 entspricht, ist in Kurve K4 aufgetragen. Es ist erkennbar, daß auslegungsgemäß beim Fahrzeugzustand K1 der Speicherinhalt bei Geschwindigkeit null genau so groß ist wie die kinetische Energie des Fahrzeugs bei maximaler Geschwindigkeit; bei maximaler Fahrzeuggeschwindigkeit jedoch null ist. Beim minimalen Beladungsfall wird der Speicherinhalt nur teilweise ausgenutzt. Dies gilt prinzipiell für alle Beladungsfälle mit Ausnahme des maximalen Beladungsfalls. Daraus läßt sich folgende Betriebsstrategie ableiten:

Der Hochleistungsspeicher wird im Fahrzeug so betrieben, daß der aktuelle nutzbare Speicherinhalt

- mindestens so groß ist wie die im aktuellen Betriebszustand bei maximaler Beladung mögliche kinetische Energie vermindert um die aktuelle kinetische Energie des Fahrzeugs (Fig. 5 Kurve K4) und
- maximal so groß ist wie der maximal mögliche Energieinhalt des Speichers vermindert um die aktuelle kinetische Energie des Fahrzeugs (Fig. 5 Kurve K5).

Der Betriebsbereich des Hochleistungs-Energiespeichers befindet sich also immer innerhalb der Fläche F1. Mit steigendem Fahrzeuggewicht verringert sich die Fläche, im Grenzfall (maximal zulässiges Höchstgewicht) reduziert sich die Fläche auf die Kurve K3. Bei verminderter zulässiger (z. B. bei Anhängerbetrieb) oder bauartbedingter (z. B. bei reinem Elektrobetrieb von Hybridfahrzeugen) Höchstgeschwindigkeit, wird bei der Berechnung diese verminderte Höchstgeschwindigkeit berücksichtigt.

Solange sich der aktuelle Betriebspunkt des Hochleistungs-Energiespeichers innerhalb der Fläche F1 befindet, ist es nicht notwendig den Speicher aus anderen Quellen nachzuladen, um innere Verluste des Speichers auszugleichen. Liegt dagegen an anderer Stelle im Fahrzeug Energie vor, die sinnvoller Weise abgespeichert werden soll, kann der Speicher bis zur oberen Grenze geladen werden. Eine Überschreitung der Maximalkurve K5 ist nur dann zulässig, wenn die dazu erforderliche Energie als Recuperation aus einem Bremsvorgang des Fahrzeugs zur Verfügung steht oder sonst vernichtet werden müßte.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Fahrzeugs mit einer ersten und einer zweiten Antriebs-Energiequelle, aus denen mindestens ein Antriebsaggregat gespeist wird, und bei dem die beim Abbremsen des Fahrzeugs freiwerdende Energie zumindest teilweise in der (den) Energiequelle(n) gespeichert wird, dadurch gekenn-

- zeichnet, daß bei einer Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit bei ebener Fahrbahn nur der erste Energiespeicher wirksam ist und daß der zweite Energiespeicher bei den sonstigen Betriebsfällen aktiviert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Energievorrat der zweiten Energiequelle bei steigender Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechend der Zunahme der kinetischen Energie des Fahrzeugs abnimmt. 5
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe aus der momentanen kinetischen Energie des Fahrzeugs und dem in der zweiten Energiequelle vorhandenen Energievorrat unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit konstant ist.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Speicherinhalt der zweiten Energiequelle unabhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit zwischen zwei Grenzwerten gehalten wird, die einerseits bestimmt wird durch einen oberen und einen unteren Grenzwert, von denen der obere Grenzwert gleich der maximalen kinetischen Energie vermindert um die aktuelle kinetische Energie des Fahrzeugs ist und der untere Grenzwert bestimmt ist durch den maximal möglichen Energieinhalt der zweiten Energiequelle vermindert um die aktuelle kinetische Energie des Fahrzeugs. 10
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Unterschreiten des unteren Grenzwerts die zweite Energiequelle aus der ersten Energiequelle und/oder durch die Bremsenergie des Fahrzeugs nachgeladen wird. 15
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei Überschreiten des oberen Grenzwerts die erste Energiequelle mit der Überschußenergie der zweiten Energiequelle nachgeladen wird. 20
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für den gewählten Betriebsmodus die zulässige Höchstgeschwindigkeit für die Berechnung der maximalen kinetischen Energie herangezogen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die aktuelle Fahrzeugmasse bei Fahrbeginn näherungsweise vorgegeben wird. 25
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die aktuelle Fahrzeugmasse aus Fahrdaten des Fahrzeugs bestimmt wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die aktuelle Masse während des Fahrbetriebs korrigiert wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Abbremsenergie in die zweite Energiequelle eingegeben wird. 30
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß Hochbeschleunigungen des Fahrzeugs so durchgeführt werden, daß der in der zweiten Energiequelle enthaltene Energievorrat zusammen mit der von der ersten Energiequelle gelieferten Energie das Fahrzeug mit konstanter Beschleunigung auf die Höchstgeschwindigkeit bringt. 35

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

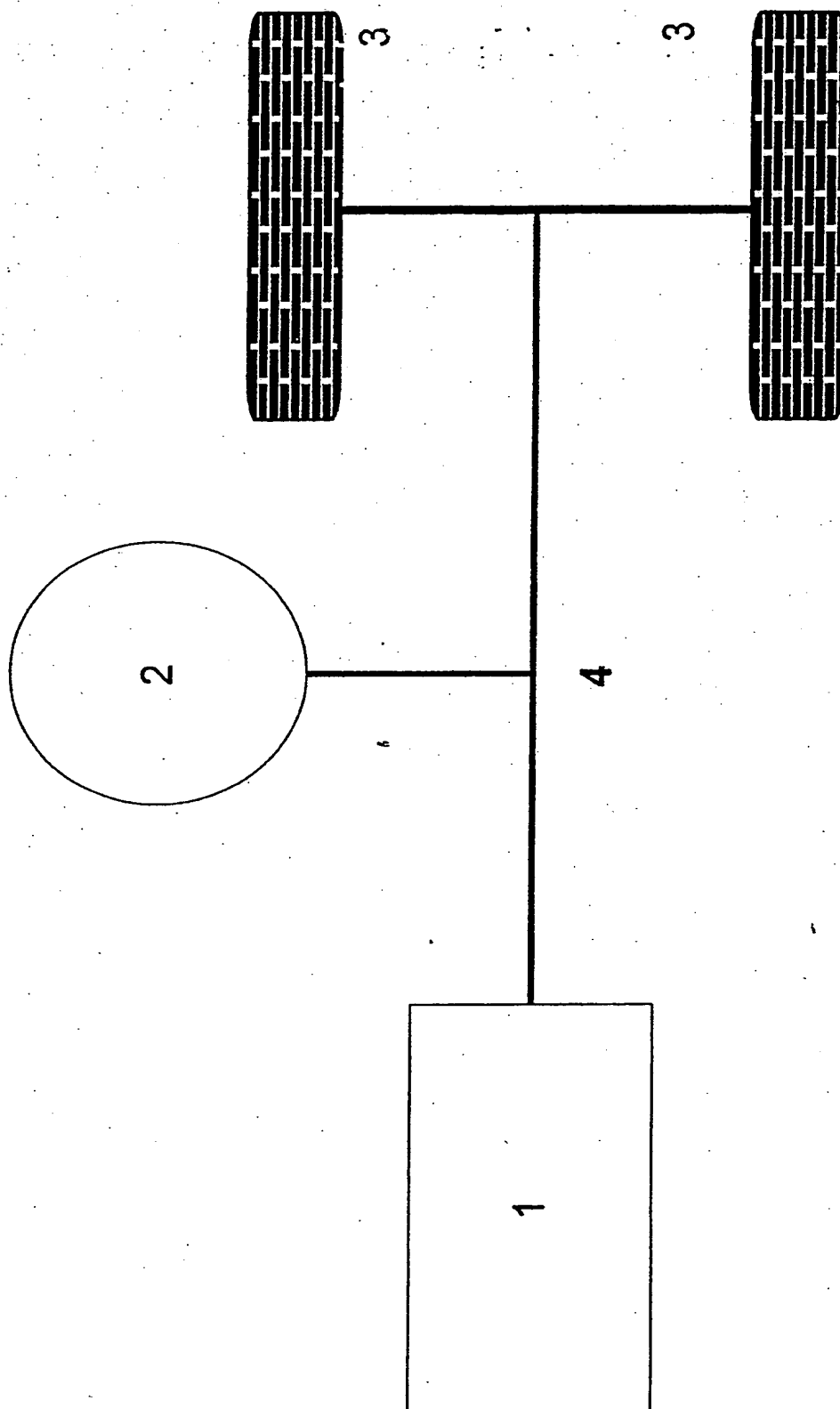


Fig 1

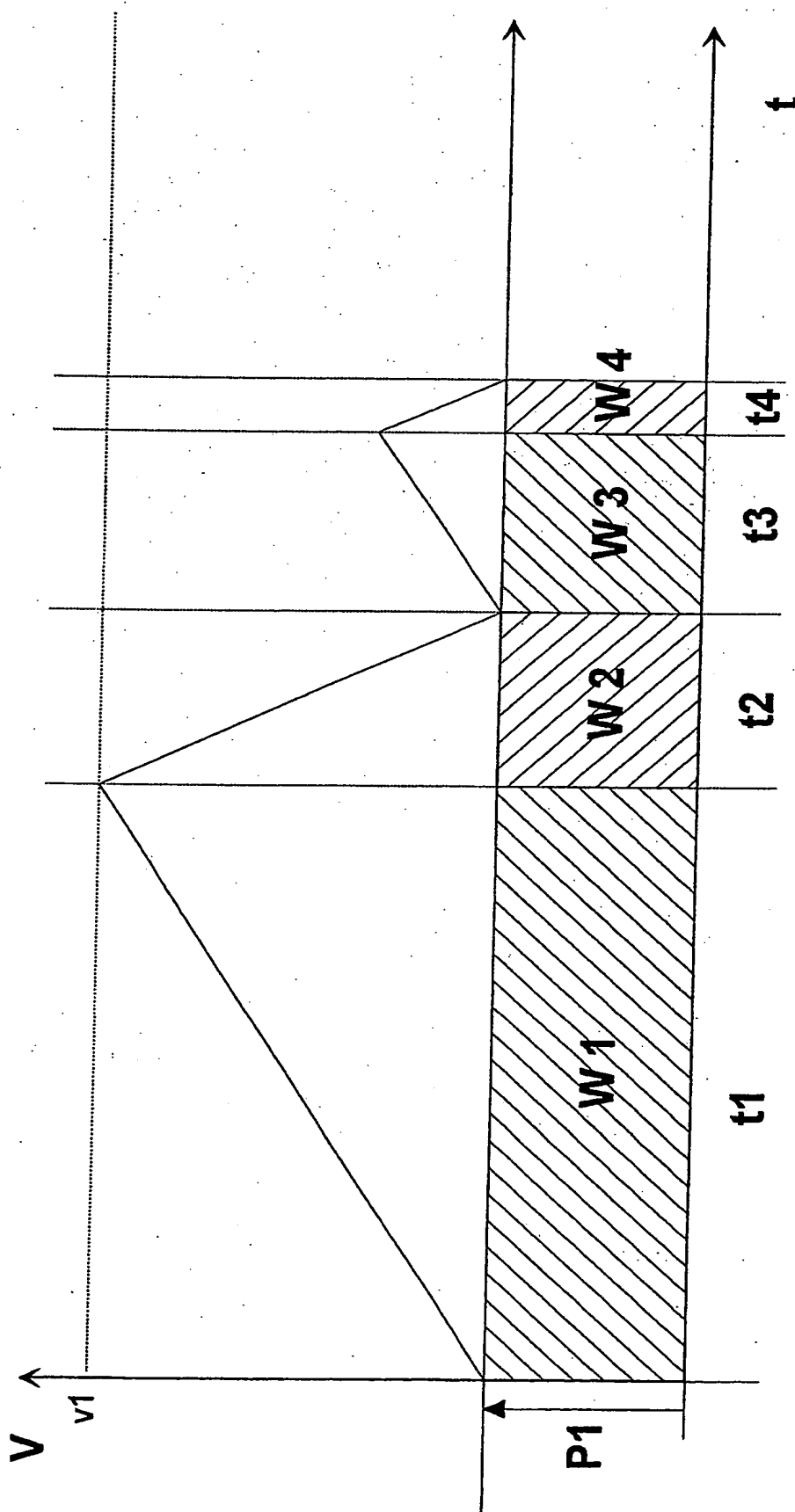


Fig 2

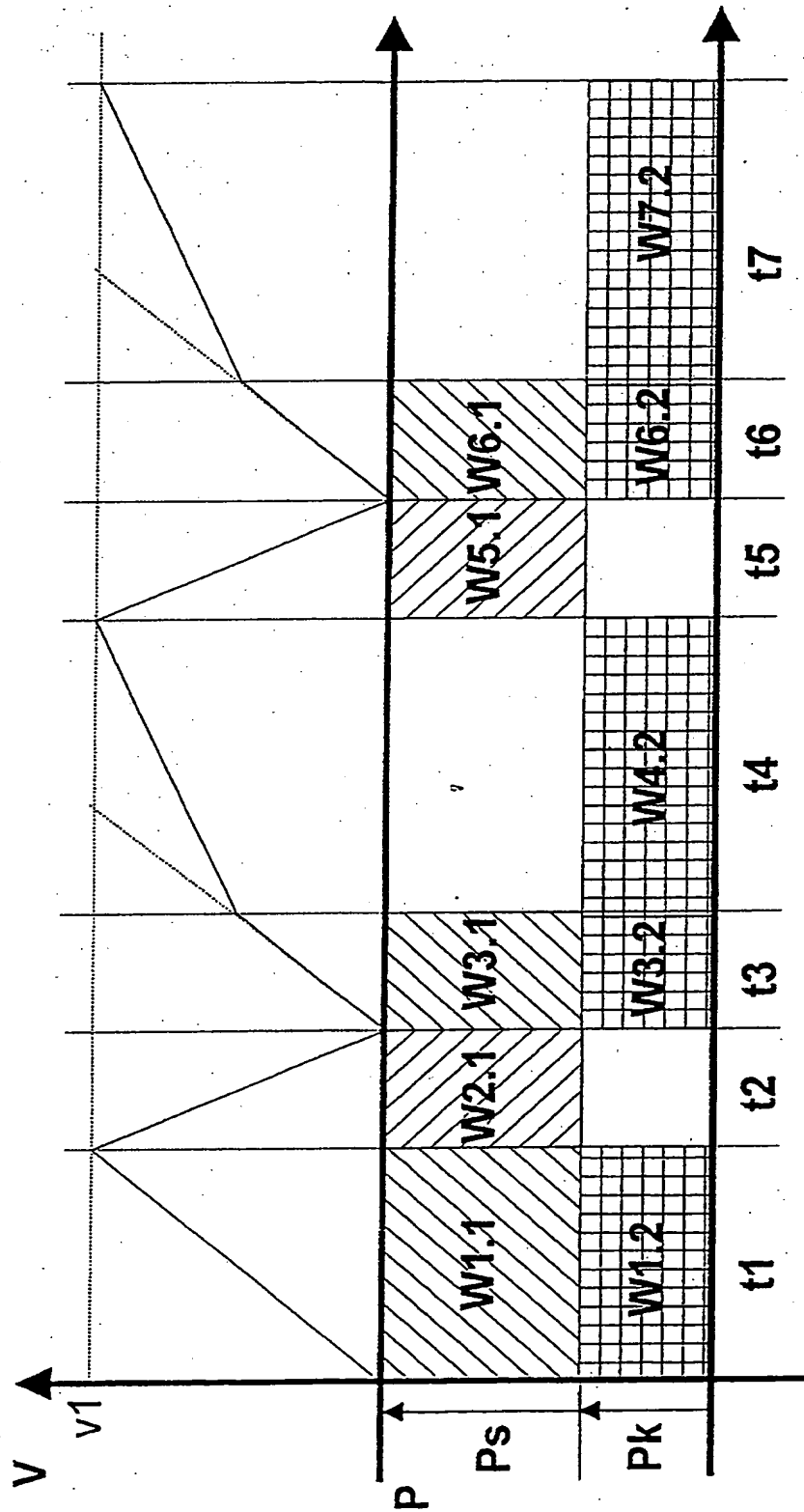


Fig 3

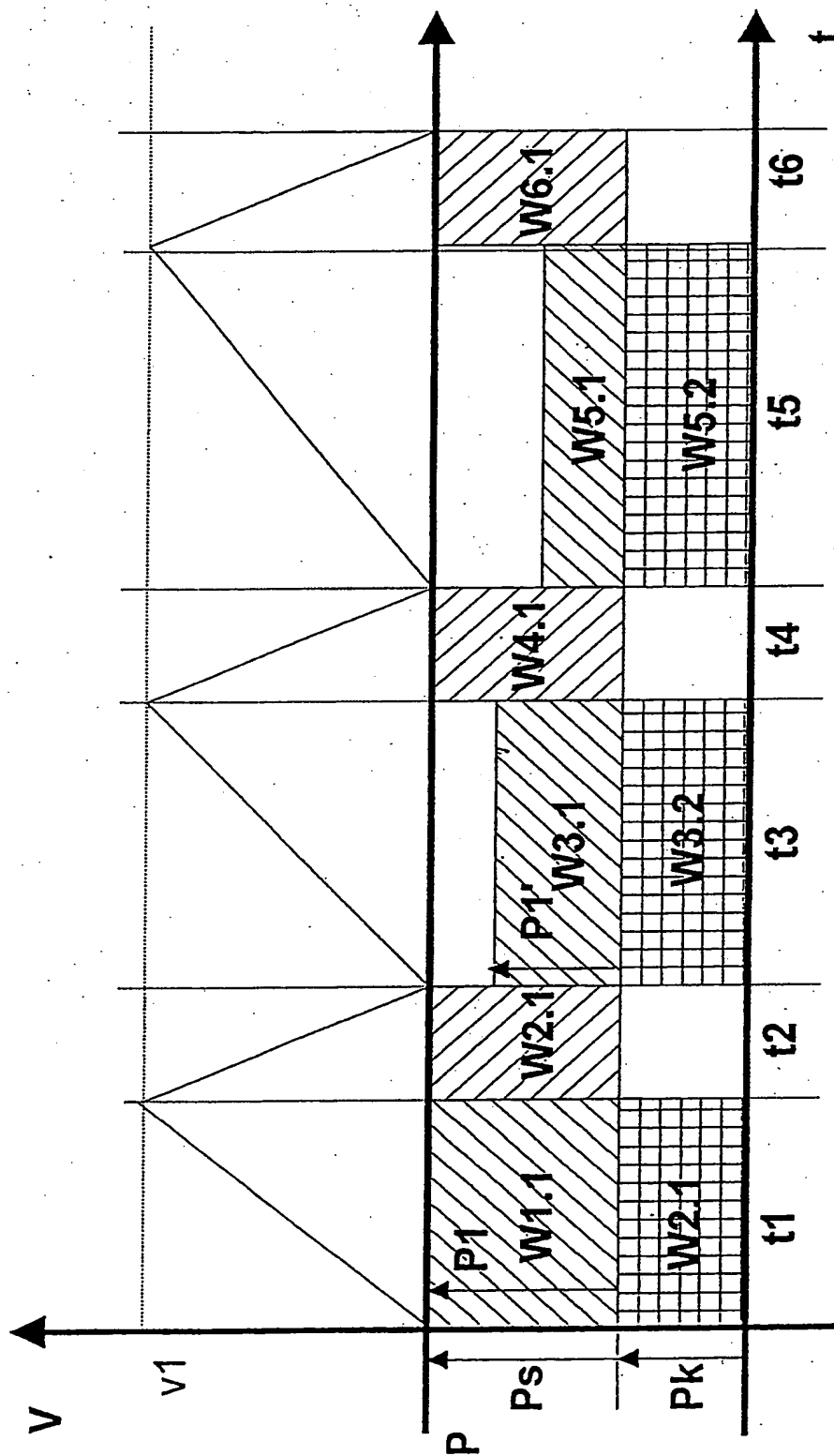


Fig. 4

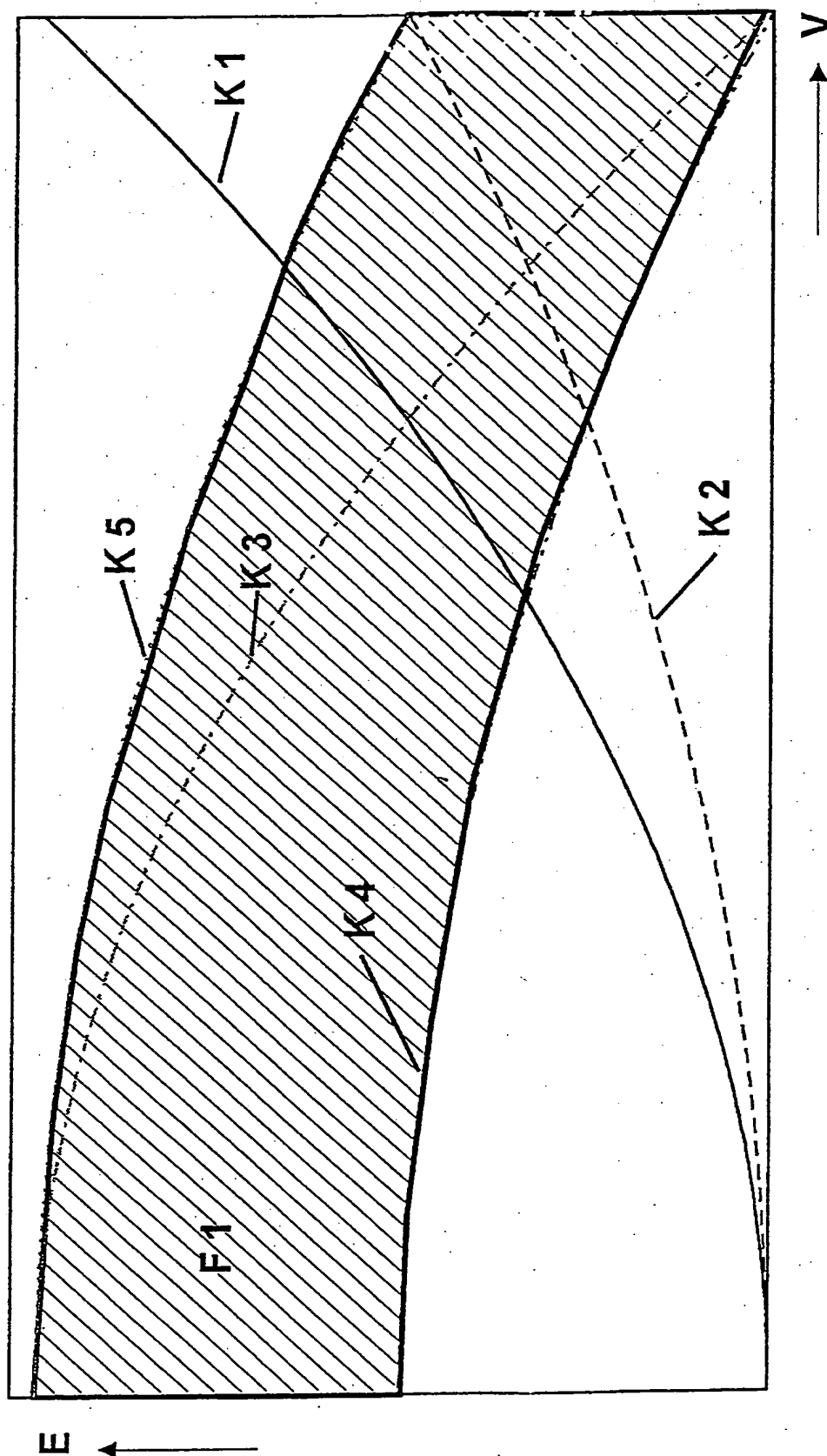


Fig 5